



(19) **RU** (11) **2 100 904** (13) **C1**  
 (51) Int. Cl. <sup>6</sup> **H 04 B 7/185, 7/26**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 5010688/09, 18.11.1991

(30) Priority: 19.03.1990 US 495491

(46) Date of publication: 27.12.1997

(86) PCT application:  
 US 91/01852 (19.03.91)

(71) Applicant:  
**Selsat Amerika, Ink. (US)**

(72) Inventor: **Al'bert Dzhon Malinkrodt[US]**

(73) Proprietor:  
**Selsat Amerika, Ink. (US)**

## (54) NETWORK COMMUNICATION SYSTEM

### (57) Abstract:

FIELD: communication. SUBSTANCE: device has ground and satellite communication nodes which use distributed spectrum with parallel code access using direct error correction encoding. Satellite nodes contain multiple-beam with high gain in order to provide first node set. Additional amplification with direct error correction is achieved by high gain antennas of satellite node. Amplification in satellite nodes provides possibility to use small-size mobile hand-set with non-directed antenna for connection to ground and satellite nodes. In addition information about user location is provided. Delay is decreased by means of time share of channels of digital data. Each transmitter has encoder which provides level of its output power. Receivers compare this code to level of received signal and tune it to respective

level of output power of transmitter. Inter-cell antenna is located in ground node which receives signals from multiple cells, partly compresses these signals and transmits compressed signals to multiple cells. EFFECT: increased efficiency of amplification and selectivity. 12 cl, 8 dwg

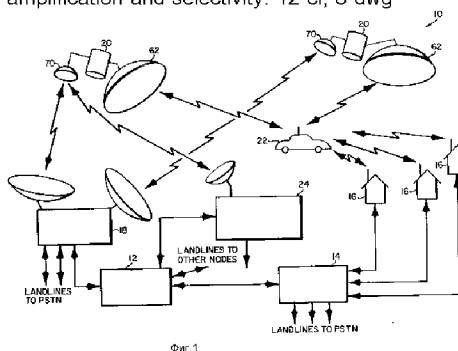


Fig. 1

RU 2 100 904 C1

RU 2 100 904 C1

Изобретение относится к системе связи и, в частности к ячеистой мобильной системе связи, имеющей интегрированные спутниковые и наземные точки.

Индустрия ячеистых коммуникаций выросла большими темпами в Соединенных Штатах и даже быстрее в некоторых других странах. Она стала важной службой, имеющей существенную пользу, и ввиду скорости роста рассматривается насыщение существующей службы. Районы с высокой плотностью, имеющие большие интенсивности использования, типа Лос-Анжелеса, Нью-Йорка и Чикаго, имеют к этому самое непосредственное отношение. Способствует этому и переполненность спектра электромагнитных частот, которая становится все более тяжелой по мере расширения общественных потребностей в связи. Эта переполненность вызвана не только наличием ячеистых систем связи, но также другими системами связи. Однако, только лишь в индустрии ячеистых коммуникаций оценивается, что количество мобильных абонентов будет увеличиваться в мировом масштабе на порядок в пределах ближайших десяти лет. Спектр радиочастот ограничен и ввиду этого возрастающего требования на использование непрерывно исследуются средства для его более эффективного использования.

Существующие ячеистые радиоустройства в первую очередь предназначены для обеспечения мобильной телефонной службы для пользователей автомобилями в развитых областях столиц. Для пользователей в удаленных районах, пользователей на самолетах и на судах существуют службы ЭРФОН и ИНМАРСАТ, но перекрытие является неполным, а обслуживание оказывается относительно расточительным. Мобильные радиоспутниковые системы на продвинутой стадии планирования может быть обеспечат улучшенные речевые каналы прямого вещания для мобильных абонентов в удаленных областях, но все еще при существенно более высокой стоимости по сравнению с существующей наземной ячеистой службой. Наземная ячеистая и плановая спутниковая технологии дополняют друг друга при географическом перекрытии в том, что наземная ячеистая служба связи обеспечивает речевую телефонную службу в относительно развитой городской и пригородной областях, но не в редкочаселенных местностях, тогда как плановые спутники на земных орбитах будут обеспечивать обслуживание редкочаселенных местностей. Хотя в обеих технологиях используется одна и та же общая область радиочастотного спектра, они в основном являются отдельными и несовместимыми по конструкции в существующем виде. В настоящее время, если пользователь нуждается в обеих формах мобильного перекрытия связи, он должен вложить средства в два относительно дорогих абонентских блока, по одному для каждой системы.

Потребность в мобильном телефонном обслуживании постоянно расширяется и с расширением этой службы проблема обслуживания возросшего количества абонентов, которые путешествуют из одного района в другой, стала проблемой первой

важности. Ячеистые системы связи делят область обслуживания на географические ячейки, каждая из которых обслуживается базовой станцией или узлом, обычно располагающимся в ее центре. Центральный узел передает достаточно энергии для перекрытия области своей ячейки полем соответствующей силы. Если мобильный пользователь перемещается к новой ячейке, радиоприемник переключается на новый узел, обеспеченный имеющимся каналом. Однако, если мобильный пользователь перемещается в район, где все каналы заняты, или который не обслуживается никакой ячеистой службой или, в некоторых случаях, в район, обслуживаемый другим обладателем лицензии/поставщиком, то его вызов может быть внезапно прерван.

Существующие наземные мобильные системы связи обычно основаны на применении частоты модуляции (ЧМ), а из-за ограниченных возможностей снятия интерференции частотной модуляции каждый радиоканал может использоваться только однажды в широкой географической области, охватывающей много ячеек. Это означает, что каждая ячейка может использовать лишь небольшую долю всей разрешенной радиочастотной полосы, что приводит к неэффективному использованию имеющегося спектра. В некоторых случаях качество речи оказывается неважным из-за явления влияния ЧМ передачи, известного как замирание или "мертвые точки". Субъективный эффект замирания представляет собой повторяющееся утолщение речевого сигнала в фоновом шуме часто много раз в секунду, если подвижный блок находится в движении. Проблема обостряется за счет интерференции от пользователей в том же канале в удаленных ячейках и получающихся перекрестных помех из-за ограниченных возможностей ЧМ по снижению интерференций. Кроме того, частное обладание связью является относительно слабым, сигнал ЧМ может быть услышан другими, кто находится на приеме на той же частоте.

В случае, когда один диапазон частот является предпочтительным над другими и только один диапазон должен использоваться для мобильной связи, эффективные системы связи оказываются необходимыми для гарантии, что будет возможность приспособиться к числу пользователей, желающих использовать диапазон. Например, в настоящее время имеется широко распространенное соглашение о выборе L диапазона как технически предпочтительного частотного диапазона для связи спутника с подвижным объектом в мобильных системах связи. В случае, когда выбирается этот единственный диапазон, содержащий всех мобильных пользователей связи, наибольшую важность будут иметь улучшения использования спектра в области защиты от интерференции и в возможности функционировать без навязывания недопустимой интерференции на другие службы при рассмотрении оптимального применения недостаточного спектра.

Распространенной технологией спектральной связи является технология, которая нашла широкое применение в военной области, которая должна отвечать

требованиям безопасности, минимизированной вероятности детектирования сигнала, минимальной чувствительности к внешней интерференции или активным помехам. В распространенной спектральной системе модулированный несущий сигнал данных также модулируют относительно широкополосным псевдо-случайным "расширяющим" сигналом так, что переданная ширина диапазона намного больше, чем ширина диапазона или скорость информации, подлежащей передаче. Обычно "расширяющий" сигнал вырабатывается посредством псевдослучайного детерминистического цифрового логического алгоритма, который дублируется на приемнике.

Путем последующей модуляции принятого сигнала той же расширяющей частотой принятый сигнал перекартируется в исходную информационную ширину диапазона для воспроизведения нужного сигнала. Поскольку приемник является чувствительным только к сигналу, который распространился с использованием того же самого кода распространения, возможен единственно адресуемый канал. Также спектральная плотность энергии является малой и без единственного распространяемого кода очень трудно выделить сигнал, еще труднее его декодировать, так что улучшается секретность и уменьшается интерференция с сигналами других служб. Спектральный сигнал распространения имеет сильную невосприимчивость к многоканальному замиранию, интерференции от других пользователей той же системы и интерференции от других систем.

В спутниковой системе связи важным фактором является мощность линии связи ЛА-Земля. Мощность спутника жестко ограничена, поэтому количество пользователей спутника, которые могут быть согласованы, и, следовательно, жизнеспособность такой системы находится в обратной пропорции к тому, насколько много мощности спутникового передатчика должно быть распределено на каждого пользователя. Много предложенных мобильных спутниковых систем связи основывалось на направленности антенны пользователя для обеспечения дополнительного эффективного усиления мощности. Это привело к значительным затратам на оборудование пользователя и неудобству в работе, выраженному в необходимости иметь некоторое управление или выбор антенны для схватывания спутника. Кроме того, ручные приемопередатчики являются непрактичными ввиду потребности в относительно больших направленных антеннах.

В некоторых наземных ячеистых службах приемопередатчик потребителя излучает обычно на уровне мощности, который на 30-40 дБ больше необходимого в среднем с целью преодоления нулей замирания. Это приводит к сильно увеличенной межсистемной интерференции и снижению срока службы батареи. Также было бы желательно создание системы управления питанием для компенсации замирания и интерференции без превышения минимального количества мощности, необходимой для преодоления такой интерференции.

Кроме того, возможность определения положения потребителя была бы полезна при некоторых приложениях ячеистой системы связи, таких как слежение за продвижением коммерческого транспортного средства по маршруту. В другом случае можно дать возможность потребителю определить его собственное положение. Такая возможность более полезна при повышенной точности.

Таким образом, желательно создать ячеистую систему связи, которая интегрирует узлы спутника с наземными узлами для обеспечения перекрытия большей площади поверхности без потребности в использовании двух разных систем, имеющих некоторые требования по затратам на обслуживание и аппаратуру. Кроме того, желательно создать ячеистую систему связи, в которой используется технология распространенного спектра, делающая более эффективным использование существующих источников частотного спектра и позволяющая увеличивать секретность при связи. Кроме того, было бы желательно использовать относительно маломощный, компактный и мобильный телефонный аппарат, имеющий небольшую ненаправленную антенну, и такой, который позволяет связываться и с наземными станциями, и со спутниковыми станциями.

Изобретение позволяет создать ячеистую систему связи, имеющую наземные и космические узлы, которые являются полностью интегрированными. Области, где непрактичными являются наземные узлы, перекрываются космическими узлами. Космические узлы содержат спутники, которые позволяют установить ячейки, которые во многих случаях перекрывают наземные ячейки. Используется способ связи распространенного спектра, который включает в себя технологии параллельного доступа с кодовым уплотнением каналов (CDMA) и прямого кодирования исправления ошибки (FEC) для увеличения количества потребителей, которые могут быть согласованы в пределах распределенного спектра. Система распространенного спектра позволяет использовать очень низкоскоростное сильноизбыточное кодирование без потерь возможности согласования максимально возможного количества пользователей в пределах распределенного диапазона. Низкоскоростное кодирование, в свою очередь, обеспечивает максимально возможное усиление кодирования, минимизируя необходимую величину уровня сигнала на приемнике и максимизируя количество потребителей, которое может обслуживаться в частотном диапазоне.

Многолучевые антенны с относительно высоким усилением используются на спутниках и в одном из примеров реализации применяются антенны, имеющие относительно большой отражатель с многократной элементной обратной связью, находящейся в фокальной плоскости рефлектора. Путем соединения антенны с большим усилением с избыточным усилением, полученным посредством FEC, получается достаточное усиление в системе, так что блок потребителя содержит лишь небольшую, мобильную телефонную трубку с небольшой ненаправленной антенной.

Адаптивная система контроля мощности передатчика компенсирует вариации уровня принятого сигнала, вызванные зданиями, листвой и другими препятствиями. Оценка потерь траектории вытекает из уровня принятого сигнала и из данных, содержащихся в каждом переданном сигнале, которые указывают, что передатчик выдает мощность. На основе полученной траектории с потерями и данных об уровне мощности передатчика приемник может регулировать выход мощности соответственно своего передатчика.

В одном примере реализации центр управления сетью системы используется для координирования системных операций, для сохранения сопровождения расположений потребителя, для выполнения оптимального распределения источников системы на каждый вызов, командных кодов аппаратуры посылки, а также слежения и наблюдения за состоянием всей системы. Управление всей системы имеет иерархическую природу в данном примере, включая центр управления сетью системы, региональные узловые контрольные центры, которые координируют подробное распределение источников наземной сети в пределах района и один или более спутниковых узловых центров управления, ответственных за распределение источников среди источников сети спутника. В другом примере реализации система не включает в себя центр управления сетью системы, а центры узлового управления работают автономно.

В одном примере один или более центров спутникового узлового контроля обслуживают множество  $M$  спутниковых ячеек, составляющее "сгусток". В этом примере составные сигналы  $M$  и от различных ячеек сгустка частотно уплотняются на общую линию и разделяются посредством частотного разуплотнения на одном или более спутниковых центрах узлового контроля, служащих сгустком. В этом примере количество  $M$  ячеек в сгустке является проектной переменной, которая может изменяться в пределах между единицей и всем числом ячеек в системе. Это может быть оптимизировано для каждого конкретного района сгустка в зависимости от мультиплексной ширины полосы обратного хода и внутрирегиональных скоростей вызова местной телефонной компании.

В другом аспекте изобретения имеется межячейковая система шин, в которой линия связи потребителя со спутником в одной ячейке может одновременно быть связана со всеми ячейками того же спутника на шине.

Еще по одному аспекту изобретения выполнено определение положения потребителя с помощью отслеживания ответного сигнала потребителя до опроса или другого сигнала, переданного устройством определения положения. Разницы времени прихода на различные узлы дают базу данных для определения местонахождения конкретного пользователя.

На фиг. 1 изображена блок-схема, основные элементы системы связи в соответствии с принципами изобретения; на фиг. 2 диаграмма частотных поддиапазонов частотного распределения для ячейистой системы; на фиг. 3 общая блок-схема системы связи в соответствии с принципами

изобретения без сетевого управляющего центра; на фиг. 4 схема, на которой показано соотношение ячейистой иерархической структуры наземных и спутниковых узлов в типовой ячейке и показан сгусток, содержащий больше одной спутниковой ячейки; на фиг. 5 - блок-схема спутниковой системы связи, на которой показан блок потребителя и спутниковый узловой центр управления; на фиг. 6 блок-схема примера обработки спутникового сигнала в системе (фиг.5); на фиг. 7 функциональная блок-схема приемопередатчика потребителя с адаптивной системой управления мощностью; на фиг. 8 (a-h) временные диаграммы адаптивной двунаправленной системы управления.

Как показано на примерах, изобретение реализовано в ячейистой системе связи, использующей интегрированный спутниковый и наземный узлы, в которых используется одна и та же модуляция, кодирование и структура распространения, и каждый из которых отвечает на идентичный блок потребителя.

На фиг. 1 показан общий вид системы связи 10, где приведены функциональные взаимосвязи главных элементов. Центр 12 управления сетью системы направляет распределение верхнего уровня вызовов на спутниковые и наземные региональные источники по всей системе. Он также используется для координации операций всей системы, сохранения отслеживания всей системы, сохранения расположения потребителя, осуществления оптимального распределения источников системы для каждого вызова, посылки командных кодов установки и отслеживания и наблюдения за состоянием всей системы. Региональные центры 14 узлового контроля, один из которых показан, подсоединены к центру 12 управления сетью системы и направляет распределение вызовов на наземные узлы в пределах главного столичного района. Региональный центр 14 узлового управления обеспечивает доступ и от фиксированных наземных линий связи типа коммерческих телефонных систем, известных в качестве общественной телефонной сети (RSTN). Наземные узлы 16 под управлением соответствующего регионального узлового центра управления 14 принимают вызовы по фиксированной наземной линейной сети, кодируют их, распространяют в соответствии с единым кодом распространения, придаваемым каждому заданному потребителю, комбинируют их в составной сигнал, модулируют этот составной сигнал на несущую передачу и передают их по перекрываемому ячейечному региону.

Спутниковые центры 18 узлового управления также соединены с центром 12 управления сетью системы по наземным линиям состояния и управления или другими средствами и аналогично управляют вызовами, предназначенными для спутниковых линий связи типа идущих от RSTN кодируют их, распространяют их в соответствии с едиными кодами распространения, предписанными для заданных потребителей, и уплотняют их с другими аналогичными направленными в каналы ввода от земли к спутнику, которые направлены к заданному спутнику 20. Спутниковые узлы 20 принимают сигналы

вверх, частотно разуплотняют вызовы, предназначенные для разных спутниковых ячеек, частотно транслируют и направляют каждый на соответствующий ячейечный передатчик и ячейечный луч и передают смесь всех одинаково направленных вызовов вниз к заданной ячейечной области спутника. В данном случае "обратный ход" означает связь между спутником 20 и центром 18 узлового управления спутника. В одном примере это частота К-диапазона, тогда как в линии связи между спутником 20 и блоком 22 пользователя используется частота L-диапазона или S-диапазона.

Блоки 22 потребителя отвечают на сигналы либо от спутника, либо от наземного узла, принимают отправляемый составной сигнал, выделяют сигнал, предназначенный для этого потребителя, путем распространения с использованием предназначенного для потребителя единственного кода, демодулируют и декодируют информацию и передают вызов потребителю. Такие блоки 22 потребителя могут быть мобильными или могут фиксироваться в определенном положении. Каналы 24 обеспечивают прямые линии связи, то есть группы каналов между спутником и наземной телефонной системой общего пользования или потребителями частной линии связи. Например, канал может содержать отведенный спутниковый терминал для использования большой компанией или другой общностью. В примере (фиг.1) канал 24 также соединен с контроллером 12 сети этой системы.

Все описанные выше центры, узлы, блоки и каналы являются полными дуплексными приемопередатчиками, осуществляющими соответствующие внутренние (потребитель с системой) функции связи, а также внешние (система с пользователем) функции связи, описанные выше.

На фиг. 2 показан распределенный частотный диапазон 26 системы связи. Распределенный частотный диапазон 26 разделен на 2 главных поддиапазона: выходящий субдиапазон 25 и входящий субдиапазон 27. Дополнительно главные поддиапазоны сами разделены на другие поддиапазоны, которые обозначены следующим образом:

OG Наружный земной 28 (наземный узел к пользователю);

OS Наружный спутниковый 30 (спутниковый узел к пользователю);

OC Наружный вызов и команда 32 (узел к пользователю);

IG Внутренний земной 34 (пользователь к наземному узлу);

IS Внутренний спутниковый 36 (пользователь к спутниковому узлу);

IC Внутренний вызов и отслеживание 38 (потребитель к узлу).

Все потребители во всех ячейках используют полный предписанный субдиапазон для описанной функции. В отличие от существующих наземных или спутниковых мобильных систем отпадает необходимость в частотном разделении по ячейкам, все ячейки могут использовать эти, одни и те же, шесть субдиапазонов. Такое устройство приводит к получению более высокочастотного коэффициента многократного использования, о чем более

подробно говорится ниже.

В одном примере реализации с мобильного блока 22 пользователя посылается случайный всплеск сигнала опознавания в субдиапазоне IC либо в ответ на запрос или автономно. Это может произойти, когда блок 22 находится в режиме резерва. Этот идентификационный сигнал отслеживается с помощью регионального узлового управляющего центра 14 пока блок находится в пределах этого соответствующего района, в ином случае сигнал будет отслеживаться спутниковым узлом или узлами. В другом примере этот идентификационный сигнал отслеживается всеми наземными и спутниковыми узлами, способными принять его. Эта информация направляется на сетевой управляющий центр 12 по линиям состояния и команд или другим способом. С помощью этих средств задействованный сетевой управляющий центр 12 остается постоянно осведомленным о ячейечном местоположении и вариантах связи для каждого активного пользователя 22. Внутрорегиональный вызов к или от мобильного пользователя 22 будет в основном обрабатываться в одиночку соответствующим региональным узловым управляющим центром 14. Межрегиональные вызовы предписываются спутниковым или наземным региональным источникам системы посредством сетевого управляющего центра 12 системы, на основании расположения сторон вызова, качества сигнала на различных вариантах линии, наличия источника и наилучшего использования источников.

Пользователь 22 в резервном режиме постоянно отслеживает общий внешний субдиапазон OC 32 вызывной частоты для вызова сигналов, адресованных на него посредством его единственного кода распространения. Такие вызовы могут исходить либо от наземных, либо от спутниковых узлов. Распознавание его единственного вызывного кода запускает функцию звонка блока 22 пользователя. Когда пользователь "снимает трубку" например, поднимая рычаг с рычага, от блока 22 пользователя распространяется обратный сигнал на любой приемный узел в субдиапазоне IC 38 на частоте вызова пользователя. Это запускает последовательность квитирования установления связи между вызывным узлом и блоком пользователя, которая показывает блоку пользователя либо на переход к любому спутнику либо на наземные частотные субдиапазоны OS 30 и IS 36 или OG 28 и IG 34.

Мобильный пользователь, желающий сделать вызов, просто снимает свой блок 22 с рычага и набирает номер нужного абонента, подтверждает номер и "посылает" вызов. За счет этого в IC субдиапазоне 38 возбуждается последовательность входящего вызова. Этот вызов вообще слышится несколькими наземными и спутниковыми узлами, которые переправляют вызов и сигнал качества на соответствующий сетевой управляющий центр 12 системы, который, в свою очередь, поручает обработку вызова конкретному спутниковому узлу 20/ спутниковому узловому управляющему центру 18 или региональному узловому управляющему центру 14 или им

обоим. Затем элемент обработки вызова запускает функцию квитирования установления канала связи с вызывным блоком по субдиапазонам ОС 32 и IC 38, что окончательно приводит к переводу на соответствующие спутниковые или наземные поддиапазоны для связи.

На фиг. 3 показана блок-схема системы связи 40, которая не включает в себя сетевой управляющий центр системы. В этой системе спутниковые узловые управляющие центры 42 соединены непосредственно в сеть наземной линии, как и региональные узловые центры управления 44. Пропускные системы 46 также присутствуют как и в системе, показанной на фиг. 1, и соединяют линии связи спутника с соответствующей наземной линией или другими системами связи. Блок 22 пользователя задает связь спутникового узла 20 или связь наземного узла 50 путем послышки заранее заданного кода.

На фиг. 4 показана иерархическая ячейчатая структура. Показана пара спутков 52 наземных ячеек 54. Кроме того, показано множество спутниковых ячеек 56. Хотя позиции 54 и 56 указывают только на две ячейки каждая, это сделано для ясности на рисунке. Под номером 54 подразумевается обозначение всех наземных ячеек на рисунке и аналогично под номером 56 подразумевается обозначение всех спутниковых ячеек. Ячейки показаны в виде шестиугольников, однако, это только для примера. Наземные ячейки могут составлять от 3 до 15 км в поперечнике, хотя возможны и другие размеры в зависимости от плотности пользователей в ячейке. Спутниковые ячейки могут составлять в поперечнике 200-500 км в качестве примера в зависимости от количества лучей, использованных для перекрытия данного ареала. Как показано на рисунке, некоторые спутниковые ячейки могут не содержать наземных ячеек. Такие ячейки могут перекрывать неразвитые районы, для которых непрактичными считаются наземные узлы. Также показана часть спутникового спутка 58. Ячеечные элементы такого спутка составляют общий спутниковый узловой центр управления 60.

Важное достижение изобретения заключается в том, что за счет использования многократного доступа распространяемого спектра не требуются смежные ячейки для использования разных частотных диапазонов. Во всех линиях связи наземного пользователя применяются одни и те же два частотных субдиапазона (OG-28 и IG-34), а во всех линиях связи спутниковых пользователей применяются одни и те же два частотных субдиапазона (OC 30 и IS 36). Это позволяет устранить возникающую в ином случае сложную проблему координации обеспечения того, чтобы частоты не использовались многократно в пределах ячейки ближе, чем на некотором минимальном расстоянии друг от друга (как при ЧМ), а также обеспечивает иерархическую последовательность размеров ячеек для согласования областей с существенно отличающейся плотностью абонентов.

На фиг. 1 и 4, в спутниковых узлах 20 используются большие антенны 62 с многочисленными облучателями, причем эти антенны в одном примере позволяют получить отдельные лучи и соответствующие

отдельные передатчики для каждой спутниковой ячейки 56. Например, антенна 62 с многочисленными облучателями может перекрывать область величиной с США обычно с помощью 100 спутниковых лучей/ячеек, а в одном примере с помощью 200 лучей/ячеек. Комбинированные спутниково/наземные узлы, составляющие систему, обеспечивают иерархическую географическую ячейчатую структуру. Таким образом, в пределах плотного столичного района каждая спутниковая ячейка 56 может также содержать 100 или более наземных ячеек 54, причем наземные ячейки будут нормально нести нагрузку создаваемого в них движения. Количество пользователей наземных узлов 16 заранее превосходит количество пользователей спутниковых узлов 20, где наземные ячейки существуют в пределах спутниковых ячеек. Ввиду того, что все эти пользователи наземных узлов будут в ином случае создавать помехи в качестве фоновых шума предназначенным связям пользователь-спутник, так в одном примере распределение частотного диапазона может быть разделено на отдельные сегменты для наземного элемента и космического элемента, как было показано в связи с фиг. 2. Эта комбинированная гибридная служба может быть обеспечена так, чтобы быть плавно прозрачной для пользователя. Вызовы будут распределяться между всеми имеющимися наземными и спутниковыми источниками наиболее эффективным способом посредством сетевого управляющего центра 12 системы.

Важным параметром в большинстве случаев ячейчатых систем радиосвязи является "спусток", определяемый как минимальный набор ячеек, обеспечивающий, чтобы взаимная интерференция между ячейками, многократно использующими данный частотный субдиапазон, была допустима настолько, чтобы такие соскальные ячейки находились в разных спутках. И, наоборот, все ячейки в пределах спутка должны использовать различные частотные субдиапазоны. Количество ячеек в таком спутке называется "размером спутка". Можно отметить, что коэффициент повторного использования частоты, то есть количество возможных повторных использований частотного субдиапазона в пределах системы, оказывается, таким образом, равным количеству ячеек в системе, деленному на размер спутка. Общее число каналов, которые могут подаваться на ячейку, а поэтому эффективность всей ширины полосы системы обратно пропорциональна размеру спутка. С помощью описываемого далее система по изобретению достигает минимального возможного размера спутка сравнительно с обычным от 7 до 13 для других наземных или спутниковых ячейчатых концепций, а поэтому и максимального возможного коэффициента повторного использования частоты. Это является главным преимуществом изобретения.

На фиг. 5 показана блок-схема типового блока 22 пользователя к спутнику 20 для спутниковой связи с узловым управлением 18 и обработки, применяемой в блоке 22 пользователя и спутниковом узловом управлении 18. Например, при подаче вызова поднимают телефонную трубку 64 и

пользователь вводит телефонный номер. После подтверждения на дисплее набранного номера пользователь нажимает кнопку "посылка", вызывая тем самым выработку сигнала запроса вызова. Этот сигнал обрабатывается с помощью схемы 66 обработки передатчика, которая содержит распространение сигнала с использованием вызывного кода распространения. Сигнал излучается всенаправленной антенной 68 и принимается спутником 20 с помощью его узконаправленной антенны 62. Спутник обрабатывает принятый сигнал, как будет описано далее, и посылает обратную связь на спутниковый узловой управляющий центр 18 с помощью своей антенны 70 обратной связи. По приеме антенна 68 блока 22 пользователя принимает сигнал, а процессор 72 приемника обрабатывает сигнал. Обработка на блоке 22 пользователя будет описана более подробно ниже со ссылкой на фиг. 7.

Спутниковый узловой управляющий центр 18 принимает сигнал с помощью своей антенны 71, подает его на циркулятор 73, усилитель 74, аппаратуру 76 частотного разуплотнения сигнала, выделяя сложный сигнал, который включает в себя сигнал от пользователя, показанный на фиг. 5, расщепляет его на 78, подавая на ряд кодовых корреляторов, каждый из которых содержит смеситель 80 для удаления кодов распространения и идентификации, усилитель 82 с АРУ, декодер 84 с прямым исправлением ошибок, аппаратуру разуплотнения 86 и, наконец, речевой шифратор (дешифратор 88/CODEC) для преобразования цифровой речевой информации в аналоговый речевой сигнал. Речевой сигнал затем направляется на соответствующую наземную линию типа коммерческой телефонной системы. Передача с помощью спутникового узлового управляющего центра 18 по существу является обратной описанной выше операции приема.

Как показано на фиг. 6, спутниковый ответчик 90, показанный на фиг. 5, изображен в виде блок-схемы. Циркулятор/дуплексор 92 принимает идущий вверх сигнал и подает его на усилитель 94 с L-полосой или S-полосой в качестве подходящего. Сигналы от всех M спутниковых ячеек в пределах "сгустка" являются частотно уплотненными 96 в единый составной сигнал обратной связи с K-полосой, занимающий M раз диапазон индивидуального канала мобильной связи с диапазоном L/S. Составной сигнал затем расщепляется 98 на N частей, усиливается по отдельности на схеме 100 и направляется через второй циркулятор 102 на N отдельных спутниковых наземных ячеек. Эта общая конфигурация является основой для ряда конкретных конфигураций, которые могут быть лучше всего приспособлены к той или иной ситуации в зависимости от оптимизации системы, которая может, например, содержать основания, относящиеся к большим расстояниям региональных наземных линий, распределению частоты и численности абонентов. Таким образом, для сельского района с малой плотностью населения можно использовать конфигурацию сгустка M-1 ( $M > 1$ ,  $N = 1$ ) из M соприкасающихся ячеек, обслуживаемых единственным наземным узлом общего

спутника при M, ограниченным имеющимся диапазоном. С целью обеспечения высококачественной дальней службой между столичными областями, уже или лучше всего перекрываемых для локального вызова наземной ячеистой технологией, конфигураций M M должна обеспечить "межстоличную шину", которая свяжет вместе арендаторов таких M спутниковых ячеек, как если бы это было в единственном локальном регионе вызова. Для иллюстрации этого одни и те же ячейки (например, Сиэтл, Лос-Анжелес, Омаха и другие), содержащие сгусток из M ячеек пользователей на левой стороне фиг. 6 обслуживаются каждая соответствующими лучами обратной связи на правой стороне (фиг. 6).

На фиг. 7 показана функциональная блок-схема типичного блока 22 пользователя. Блок 22 пользователя содержит небольшую легкую, недорогую переносную приемопередающую телефонную трубку с небольшой ненаправленной антенной 68. Единственная антенна 68 обеспечивает и передаточные и приемные функции за счет применения циркулятора/диплексера 104 или иного средства. Она является полностью портативной и, находясь на месте или при передвижении, позволяет произвести доступ к широкому кругу служб связи с одного телефона с одним вызывным номером. Предполагается, что блоки пользователя будут передавать и принимать на частотах в диапазоне 1.3 ГГц, но также могут работать и в других диапазонах.

Блок 22 пользователя, показанный на фиг. 7, содержит передающую секцию 106 и приемную секцию 108. Для передачи речевого сообщения от микрофона речевой сигнал поступает на речевой шифратор 110, который осуществляет аналого-цифровое кодирование с использованием одного из известных современных способов кодирования речи. Цифровой речевой сигнал комбинируется с данными локального состояния и/или другими данными, факсимиле или видеоданными, образующими сложный битовый поток в цифровом мультиплексоре 112. Полученный цифровой битовый поток проходит последовательно через шифратор 114 прямой ошибки, символьный или битовый разделитель каналов 116, символьный или битовый, фазовый и/или амплитудный модулятор 118, узкополосный усилитель промежуточной частоты 120, широкополосный умножитель или распространитель 122, широкополосный усилитель промежуточной частоты 124, широкополосный смеситель 126, и оконечный усилитель мощности 128. Генераторы или эквивалентные синтезаторы выдают битовую или бодовую частоту 130, псевдослучайную или "чиповую" частоту 134. Генератор PR N 136 содержит детерминированную логику, вырабатывающую псевдослучайный цифровой битовый поток, который может быть расщеплен на удаленном приемнике. Звонковый генератор 138 по команде вырабатывает короткую псевдослучайную последовательность, функционально эквивалентную "звонку".

Функция приема приемопередатчика 108 при операции демодуляции отражает соответствующие функции модуляции передачи в секции 106 передатчика. Сигнал

принимается ненаправленной антенной 68 и передается на циркулятор 104. Усилитель 142 усиливает принятый сигнал для смешивания с промежуточной частотой на смесителе 144. Сигнал промежуточной частоты усиливается 146 и умножается или сужается 148, а затем промежуточная частота усиливается 150 снова. Затем сигнал промежуточной частоты передается на битовый или символьный детектор 152, который принимает решение о полярности или величине каждого канального бита или символа, на битовый или символьный собиратель 154, а затем на дешифратор 156 прямой ошибки. Составная битовая последовательность от дешифратора 156 с прямым исправлением ошибки расщепляется затем на несколько голосовых, информационных и командных составляющих в демультиплексоре 158. И, наконец, речевой декодер 160 выполняет цифроаналоговое преобразование и выдает речевой сигнал для передачи пользователю с помощью говорящих или других средств. Местный генератор 162 обеспечивает синхронизацию первого смесителя 144 младшего разряда и битового или символьного детектора 152. Генератор 164 псевдослучайной последовательности и генератор 166 псевдослучайной последовательности обеспечивают подачу заданной логики распределенного сигнала для собирания сигнала. Битовый или битовый задающий генератор 168 запускает бит в битовом детекторе 152, дешифраторе 156 прямой ошибки речевом дешифраторе 160. Битовый или символьный чередователь 116 и устройство снятия чередования 154 обеспечивают кодированный временной обходной прием, при котором обеспечивается эффективное усиление мощности, против многоходового замирания, проверяемого для мобильных пользователей. Его функция заключается в распространении и проникновении эффекта коротких выбросов канальных битовых или символьных ошибок, так чтобы они могли быть сразу исправлены с помощью кода с исправлением ошибки.

В качестве альтернативного режима работы обеспечивается возможность непосредственного ввода 170 данных или факсимиле, или другой цифровой информации на передающую цепь и выход 172 с приемной цепи.

Декодер 174 команд и командный логический элемент 176 соединены с дешифратором 156 прямой ошибки для приема команд или информации. С помощью специальной технологии кодирования, известной специалистам в данной области, выход неречевого сигнала на дешифраторе 156 прямой ошибки может игнорироваться речевым дешифратором 160, но использоваться командным дешифратором 174. Пример специальных технологий кодирования показан на фиг. 7 позициями MUX112 и DEMUX158.

Как показано на рисунке, схемы 178 сбора данных, управления и слежения выполнены в приемной секции 108 для трех боковых функциональных генераторов 162, 164 и 168 для получения и слежения за фазой их дублирующих генераторов в принятом сигнале. Средства для осуществления этой работы хорошо известны специалистам.

Напряжение 184 автоматического

регулирования усиления, выходящее из принятого сигнала, используется обычным путем для контроля усиления предшествующих усилителей до оптимальной величины и дополнительно в качестве индикатора кратких изменений потерь на траектории, претерпеваемых принятым сигналом. С помощью средств, описываемых далее более подробно, эта информация комбинируется с одновременно принятыми цифровыми данными 186 в контроллере уровня мощности 188, указывающем уровень, при котором принятый сигнал был первоначально передан для задания локального мгновенного уровня переданной мощности до величины, чтобы принятая на спутниковом узлом контроле величина была примерно постоянной, независимой от эффекта замирания и затенения. Уровень, заданной на выходной усилитель 128 мощности, также идет по линии 190 на передающий мультиплексор 112 для передачи на соответствующий блок.

В мобильных и других радиотехнических устройствах замирание, затенение и явление интерференции получаются при случайных, потенциально важных крутых изменениях в сторону увеличения потерь на траектории. Для гарантии возможности, что замирание будет прерывистым с приемлемо низким уровнем, принято обеспечивать границу мощности с существенным доступом путем передачи мощности, которая нормально составляет 10-40 дБ выше среднего требуемого уровня. Но это вызывает соответственно увеличенную эксплуатацию батареи, внутрисистемную и межсистемную интерференцию. В системах с параллельным доступом и кодовым уплотнением каналов за счет этого может снизиться полезная схемная емкость канала.

Другим отличием системы, выполненной в соответствии с принципами изобретения является адаптивное управление, которое позволяет непрерывно поддерживать мощность каждого переданного сигнала на минимальном необходимом уровне, быстро адаптироваться и приспосабливаться динамически к замираниям и только по мере необходимости. Каждый передатчик дистанционно измеряет выходной уровень своего текущего сигнала для дублирования дальнего приемника путем добавления последовательности данных с малой скоростью к составному цифровому выходному сигналу. Используя эту информацию наряду с измеренной силой принятого сигнала и принимая взаимность потерь на трассе, каждый конец может создать оценку мгновенной потери на трассе и отрегулировать свой выход переданной мощности до уровня, при котором получится примерно постоянный уровень принятого сигнала на дубликатном приемнике несмотря на вариации потерь на трассе.

На фиг.8 (a-h) показаны схемы синхронизации и временные диаграммы системы адаптивного управления в соответствии с принципами изобретения. В этом примере оба конца линии связи обозначены как А и В. При наземной ячеистой системе "А" соответствует пользователю, а "В" соответствует ячеечному узлу. В спутниковой линии А обозначает пользователя, а В спутниковый узел управления; в этом случае спутник просто



представляет собой повторитель с постоянным усилением, а управление его выходной мощностью осуществляется за счет уровня сигнала, посланного на него.

В примере, показанном на фиг. 8а в момент 192 потери на трассе неожиданно возрастают на "х" дБ, например, из-за проезда мобильного пользователя А позади здания или другого препятствия в непосредственной близости от А. Это вызывает уменьшение силы сигнала, измеренного с помощью АРУ пользователя, на "х" дБ, как показано на фиг. 8b. Телеметрически измеренные данные в момент 192, показанные на фиг. 8с, указывают, что уровень, при котором этот сигнал был передан от В, не изменился, контроллер 188 уровня мощности производит вычитание уровня телеметрически переданного сигнала из рассмотренного, уровня принятого сигнала и вычисляет наличие возрастания в "х" дБ на трассовые потери. Соответственно он увеличивают выходной уровень сигнала на "х" дБ в момент времени 192, как показано на фиг. 8d и в то же время добавляет эту информацию к своему каналу состояния.

Этот сигнал передается на В и прибывает после времени прохождения Т, как показано на фиг. 8е. Приемник В воспринимает сигнал постоянной силы, показанный на фиг. 8f, но известно из канала телеметрических данных, как показано на фиг. 8g, что сигнал послан на него при "+х" дБ. Поэтому В также вычисляет, что потери на трассе возросли на "х" дБ, соответственно регулирует уровень своего выходного сигнала, как показано на фиг. 8h, и телеметрически измеряет эту информацию. Это увеличение сигнала возвращается на станцию А в момент 2Т, как показано на фиг. 8е, и тем самым восстанавливается номинальная величина сигнала с задержкой в два времени хода (Т). Таким образом, для вариации потери на трассе, происходящей вблизи от А, компенсация потерь на трассе в точке В оказывается по существу мгновенной, тогда как в точке А оказывается только после задержки в два времени хода, то есть 2Т.

На фиг. 7 показано устройство для выработки вызванного запроса и детектирования звонковых сигналов. Звонковый генератор 138 вырабатывает сигнал звонка на основании кода пользователя для вызова с блоком 22 пользователя. Для приема вызова звонковый сигнал детектируется в фиксированном согласованном фильтре 198, налаженном на короткоимпульсную последовательность, в которой заключен уникальный код пользователя. С помощью этого каждый пользователь может вызываться выборочно. В качестве дополнения сигналы детектирования звонка и запроса вызова могут использоваться в режиме опрос/ответ для обеспечения информации слежения на каждом активном или резервном пользователе. Курсовая информация слежения, адекватная управлению функций вызова, получается путем сравнения качества сигнала, принятого при различных режимах. Для точного определения местоположения момент сигнала ответа пользователя точно синхронизируется со временем приема задающего (опросного) сигнала, который

устанавливает единственно идентифицируемое время до дробы ширины псевдослучайной последовательности.

Измерение кругового времени опрос/ответ от двух или более узлов или время разницы прибытия на разные узлы, дает измерение, позволяющее решить точное местоположение пользователя. Наземные и спутниковые передатчики и приемники дублируют функции, суммированные выше, для блоков пользователя. Задав предварительную информацию, измерение единственного цикла опрос/ответ от единственного узла может позволить получить ценную информацию о местонахождении пользователя.

Командная логика 176 также подается на приемник 180 АРУ, согласованный фильтровый кольцевой детектор 198, схему захвата и слежения 178, передающий локальный осциллятор 162 и генератор 138 звонка для задания разных режимов работы.

Экономическая осуществимость мобильной телефонной системы относится к ряду пользователей, которые могут ею обеспечиваться. Двумя важными ограничениями на число обеспечиваемых пользователей являются эффективность использования ширины полосы и к.п.д. мощности. Что касается эффективности использования ширины полосы как в наземных ячеистых, так и в мобильных спутниковых элементах, распределение частотного спектра является строго ограниченным фактором. Меры, предпринятые в изобретении для максимизации эффективности использования ширины полосы, включают в себя использование параллельного доступа в системах с кодовым уплотнением каналов, который обеспечивает важное увеличение эффективности использования спектра и более высокий коэффициент повторного использования космической частоты, дает возможность использовать меньшие лучи спутниковой антенны. Что касается эффективности мощности, которая является главным фактором для спутниковых мобильных линий связи, то мощность источника спутникового передатчика на каждого пользователя минимизируется за счет использования кодирования с прямым исправлением ошибок, что, в свою очередь, оказывается возможным благодаря указанной выше технологии параллельного доступа распределенного спектра и за счет использования относительно высокого усиления антенны на спутнике. Параллельный доступ и кодирование с прямым исправлением ошибок известны в технике и здесь не приводятся их подробности.

Теперь будет подробно рассмотрен результат эффективности использования ширины полосы. Главный вклад параллельного доступа/распределения спектра в эффективность спектра непосредственно относится к концепции ячеистого "сгустка". В существующей технологии параллельного доступа с частотным разделением или разделением во времени данное частотное или временное распределение должно быть защищено от интерференции от ближних ячеек от пользователя на одном и том же частотном субдиапазоне. В зависимости от степени

необходимой защиты может оказаться нужным устранение повторного использования "X" частот ячейки на ряде ячеек N, окружающих "X". Это число называется "размером сгустка". Поскольку каждая ячейка может теперь использовать только один N-ый из общего числа распределяемых каналов, при всех прочих равных условиях, можно отметить, что "коэффициент повторного использования частоты" и эффективность спектрального использования являются обратно пропорциональными размеру N сгустка.

Полевые испытания мультимплексных наземных ячеистых систем с ЧМ разделением частоты, смотри Макдональд В.Г. Ячеистая концепция, Технический журнал систем Белл, с. 15, январь 1979, показали, что соотношение сигнал-интерференция в 17 дБ или лучше требуется для хорошей или отличной степени восприятия качественно для большинства слушателей. Это в комбинации с изучением распространения и замирания привело к выводу критерия, заключающегося в том, что разделение между соканальными площадками должно быть по меньшей мере в 6,0 раз больше максимального расстояния до пользователя в пределах ячейки, использующей всенаправленные антенны на наземных узлах. С целью достижения этого разделения размер сгустка должен быть по меньшей мере N 12 ячеек на сгусток. Таким образом, можно использовать только 1/12 общей распределяемой емкости на ячейку.

В спутниковой службе минимальный размер ячейки обратно пропорционален диаметру сферического зеркала антенны спутника. Для данного максимально возможного диаметра сферического зеркала антенны количество имеющихся каналов строго ограничено размером сгустка. В плановой системе AMSC. Смотри Эгню С. Е. и др. Мобильная спутниковая система AMSC, Труды конференции по мобильным спутникам НАСА, JPL, май 1988, эффективный размер сгустка равен 5, и можно использовать только 1/5 общей распределяемой емкости на ячейку.

В системе по данному изобретению размер сгустка равен одному. То есть, каждая ячейка использует одну и ту же полностью распределенную частотную полосу. Это возможно потому, что имеются сильные свойства отклонения интерференции распространенного спектра в технологии кодового параллельного разделения многократного доступа. Эффект пользователей в смежных ячейках, использующих одну и ту же полосу качественно не отличается от других пользователей в той же ячейке, так что может приниматься во внимание в качестве эффективного снижения числа пользователей, допустимого в пределах ячейки. Накопительный эффект от всех помех других ячеек может быть вычислен при допущении однородной плотности пользователей и законе ослабления с расстоянием, соответствующих случаю наземного распределения или спутниковой картине излучения. Делая так, можно найти коэффициент умножения для соотношения всей интерференции к внутриячеистой первичной интерференции в 1,4 для

наземного распределения и 2,0 для спутниковой системы. Этот коэффициент может быть подсчитан как множительный эквивалент для эффективного размера сгустка в системе параллельного доступа с кодовым распределением. Таким образом, окончательно считается, что по сравнению с другими системами мы находим коэффициент многократного использования частоты или коэффициенты эффективности

использования полосы обратно пропорциональным эффективному размеру сгустка в соотношениях: 0,71 0,5 0,2 0,08 для соответственно наземной ячеистой составляющей изобретения, спутниковой ячеистой составляющей изобретения, концепции мобильной спутниковой AMSC и сегодняшней наземной ячеистой технологии.

Вторым сильно ограниченным продуктом в спутниковых линиях связи является спутниковая первичная энергия, главный компонент веса спутника связи, а поэтому и главного фактора, определяющего стоимость спутника. В основном в системах типа этой линии связи на землю к индивидуальным пользователям являются самыми мощными потребителями и, таким образом, для ограниченной мощности спутникового источника могут обуславливать ограничительный фактор при определении числа пользователей, которые могут обслуживаться. Таким образом, важно разработать систему с расчетом на минимальную потребляемую мощность для пользователя. Это требование адресуется в изобретении по четырем направлениям. В изобретении система рассматривает использование наибольшего достижимого усиления антенны спутника. В одном примере реализации предусмотрено усиление мощности порядка 45 дБ и ширина луча около одного градуса в L-полосе. Это может быть осуществлено антенной размером примерно в 20 м. Антенна, имеющая параболический отражатель со смещенной связью, находящейся в локальной области рефлектора, используется в другом примере. Диаметр шайбы рефлектора составляет примерно 20 м и в S-полосе для каждого луча получается ширина примерно 0,4 °.

Во-вторых, за счет использования технологии распределенного спектра доступно высокое усиление с очень низкой скоростью кодирования без штрафа в пределах увеличенной занятости ширины полосы.

В-третьих, в системе используется канальное битовое разделение каналов/процесс, обратный разделению, один тип кодового временного разнесения для обеспечения усиления мощности против нулей глубокого замирания. Это дает возможность работать при относительно низком отношении битовой энергии к плотности шума порядка 3 дБ. Это, в свою очередь, отражается в минимальных требованиях к мощности спутника для потребителя.

В-четвертых, двусторонний адаптивный фазовый контроль, описанный ранее, устраняет обычную практику непрерывной передачи на уровне мощности, который на 10 40 дБ больше, чем требуется большую часть времени с целью обеспечения запаса для приспособления к нечастым глубоким замираниям.

В дополнение к перечисленным выше преимуществам система мультиплексного кодового разделения имеет следующие важные преимущества в данной системе. Чистое время, когда некоторые из каналов на используются, позволяет снизить средний фон интерференции. Другими словами, система грациозно перегружает и недогружает. Система обеспечивает гибкость скоростей базовой полосы, в противоположность системам частотного уплотнения сигналы, имеющие разные скорости основной полосы, могут уплотняться вместе на специальной основе без сложных, заранее составленных и ограничительных планов распределения субдиапазона. Не все пользователи нуждаются в одной и той же скорости основной полосы. Проблему контроля боковых лепестков спутниковой антенны можно существенно ослабить. Указанные числовые показатели внеячейной интерференции показывают, что можно эффективно пренебрегать откликами боковых лепестков. Параллельные кодовые повторные назначения (т.е. повторное использование одного и того же кода распространения) осуществимы только с одним разделением луча. Однако, поскольку имеются действительно (т.е. содержащие фазирование как средство создания независимых кодов) неограниченное число кодов каналов, облегчаются требования по пространственному разделению; нет необходимости повторно использовать доступ к одному и тому же каналу, то есть код распространения.

С помощью описанных выше факторов конструкции система в соответствии с изобретением позволяет создать гибкую возможность обеспечения следующих дополнительных космических служб: высококачественная, высокоинтенсивная служба речи и данных; фиксмиле (стандартная группа 3, а также высокоскоростная группа 4); двухстороннее сообщение, то есть обмен данными между мобильными терминалами с изменяющимися скоростями; автоматическое определение положения и сообщение в пределах нескольких сотен футов; справочник по сельским телефонам; частный беспроводной обмен.

Предполагается, что спутник будет использовать геостационарные орбиты, но это не является ограничением. Изобретение позволяет также работать и на других орбитах. Сетевой управляющий центр 12 системы предназначен для нормального выбора того, какой спутниковый или наземный узел будет выбран пользователем для связи. В другом примере в качестве дополнения пользователь может запросить выбор между спутниковой линией связи или непосредственной земной линией в зависимости от того, на какой из них чище связь, или же может сделать запрос на основании других требований к связи.

Хотя был описан спутниковый узел, не предполагается, что это является единственным средством обеспечения наземной службы. В случае когда спутник вышел из строя или не может обеспечить нужный уровень обслуживания по другим соображениям, например, спутник заглушен противником, самолет или другое наземное

транспортное средство может быть привлечено для обеспечения описанных функций спутника. "Наземные" узлы, описанные выше, могут располагаться на земле или в водных бассейнах на поверхности Земли. Дополнительно к этому хотя и показаны пользователи, находящиеся на автомобилях, могут существовать и другие пользователи. Например, спутник может быть пользователем системы для связи сигналов, как и судно на море и пеший пользователь.

Хотя показаны несколько форм реализации изобретения, очевидно, что могут быть произведены различные модификации без отхода от объема и смысла изобретения. В соответствии с этим не предполагается, чтобы изобретение было ограничено, кроме как прилагаемой формулой.

#### Формула изобретения:

1. Сотовая система связи, содержащая по меньшей мере один космический узел с возможностью связи его с множеством спутниковых ячеек связи, выполненный в виде приемопередающего блока, соединенного с антенной, по меньшей мере одну наземную станцию с возможностью связи с множеством наземных ячеек связи, выполненную в виде приемопередающего блока, соединенного с антенной и множеством абонентских станций, при этом абонентские станции соединены с наземными станциями и космическими узлами посредством линий связи, отличающаяся тем, что антенна космического узла выполнена многолучевой, а приемопередающий блок космического узла выполнен с многостанционным доступом и кодовым разделением сигналов в заданном частотном диапазоне и возможностью исправления ошибок, при этом антенна космического узла выполнена в виде отражателя, в фокальной плоскости которого расположен многоэлементный излучатель, а приемопередающий блок наземной станции выполнен с многостанционным доступом и кодовым разделением каналов в заданном частотном диапазоне.

2. Сотовая система связи, содержащая по меньшей мере один космический узел с возможностью связи его с множеством спутниковых ячеек связи, выполненный в виде приемопередающего блока, соединенного с антенной, по меньшей мере одну наземную станцию с возможностью связи с множеством наземных ячеек связи, выполненную в виде приемопередающего блока, соединенного с антенной, и множество абонентских станций, при этом абонентские станции соединены с наземными станциями и космическими узлами посредством линий связи, отличающаяся тем, что антенна космического узла выполнена многолучевой, а приемопередающий блок выполнен с многостанционным доступом и кодовым разделением сигналов в заданном частотном диапазоне и возможностью исправления ошибок, а приемопередающий блок наземной станции выполнен с многостанционным доступом и кодовым разделением каналов в заданном частотном диапазоне, дополнительно введен сетевой контроллер, соединенный с каждым космическим узлом и с каждой наземной станцией посредством управляющих линий для выборочного распределения связи с абонентскими

станциями.

3. Система по п.2, отличающаяся тем, что антенна космического узла выполнена в виде отражателя, в фокальной плоскости которого расположен многоэлементный излучатель.

4. Система по п.1 3, отличающаяся тем, что дополнительно введено средство определения местоположения выбранного абонентского блока, расположенное либо на космическом узле, либо на наземной станции, либо на обоих узлах.

5. Система по п.4, отличающаяся тем, что средство определения местоположения выполнено с возможностью определения ячейки, в котором находится абонентский блок, и индикации местоположения ячейки.

6. Система по п.1 и 2, отличающаяся тем, что абонентская станция выполнена в виде переносного приемопередатчика с ненаправленной антенной.

7. Система по п.1 или 2, отличающаяся тем, что приемопередающие блоки космических узлов и наземных станций, а также абонентских станций выполнены двухсторонними, при этом передатчики приемопередающих блоков наземных станций и абонентских станций выполнены в виде передатчиков с автоматической регулировкой мощности и с возможностью передачи сведений об уровне сигнала, а приемник приемопередающих блоков наземных станций, абонентских станций выполнен в виде приемника, содержащего блок выделения данных об уровне переданного сигнала, выход которого соединен с входом блока сравнения, другой вход которого соединен с выходом блока измерения уровня входного сигнала, причем выход блока сравнения является выходом "управление мощностью" приемника.

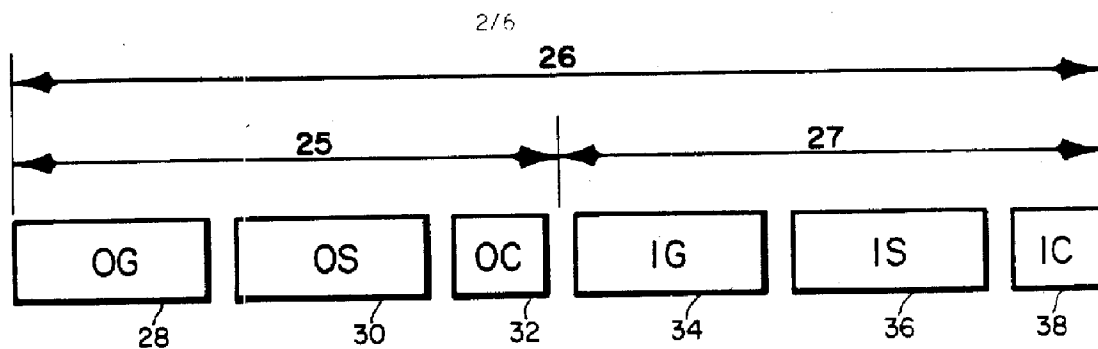
8. Система по п.1 или 2, отличающаяся тем, что антенна космического узла выполнена с шириной диаграммы направленности в точке приема порядка 200 500 км в поперечнике.

9. Система по п.8, отличающаяся тем, что антенна космического узла выполнена с шириной диаграммы направленности меньше  $1^\circ$ .

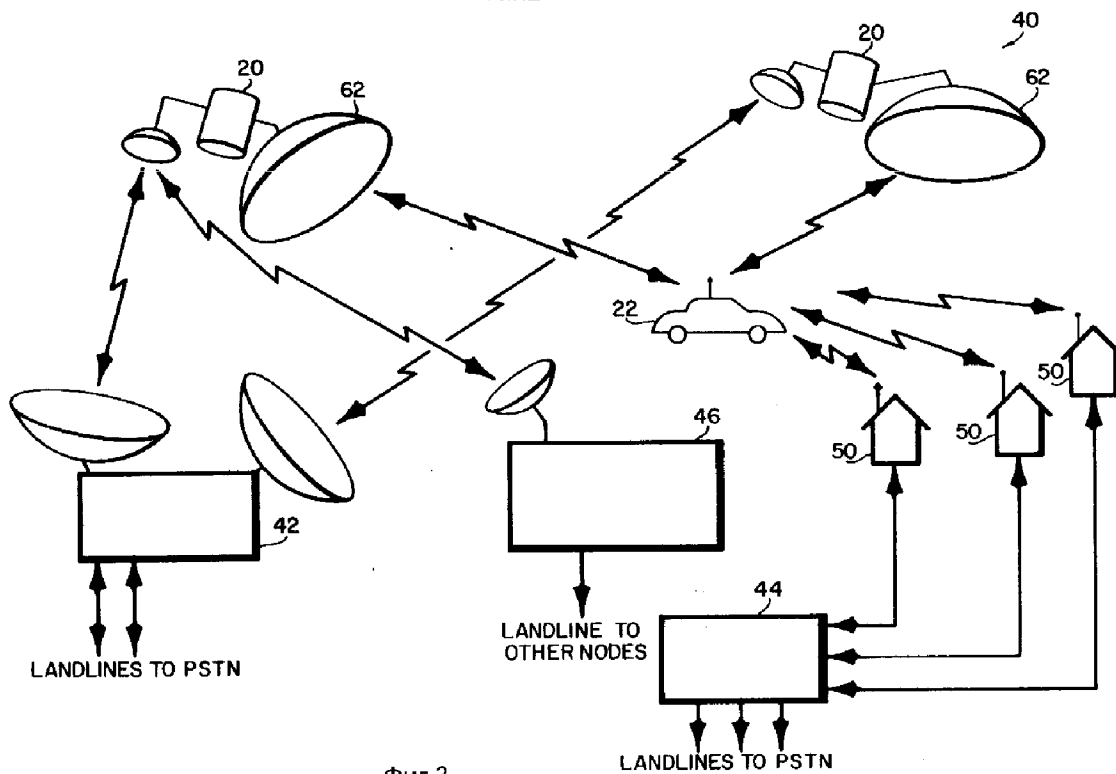
10. Система по п.1 3, отличающаяся тем, что заданный частотный диапазон разделен на несколько субдиапазонов, причем линии связи между космическими узлами выполнены в виде линий, работающих в первом субдиапазоне заданного частотного диапазона, а линии связи между наземными станциями выполнены в виде линий, работающих во втором субдиапазоне заданного частотного диапазона.

11. Сотовая система связи, содержащая по меньшей мере один космический узел, одну наземную станцию с приемопередатчиком и множество абонентских станций, соединенных между собой посредством линий связи, отличающаяся тем, что приемопередатчик наземной станции выполнен с возможностью передачи и приема заданной совокупности кодированных с параллельным доступом сигналов распределенного спектра в заданном частотном диапазоне и блоком определения местоположения абонентской станции, каждая абонентская станция содержит приемопередатчик, выполненный с возможностью избирательного приема заданной одной совокупности сигналов, кодированных с параллельным доступом и возможностью избирательной связи с приемопередатчиком наземной станции.

12. Линия связи, содержащая первый и второй приемопередатчики, состоящие из передатчиков и приемников, выполненных двусторонними, отличающаяся тем, что передатчики выполнены с возможностью регулировки уровня мощности и передачи информации об уровне сигнала, а приемники выполнены в виде блока разделения данных по уровню передаваемого сигнала, блока измерения входного сигнала, блока сравнения уровня измеряемого сигнала с принятыми данными об уровне и блока управления уровнем выходной мощности передатчика, причем вход блока разделения данных подключен к входу блока сравнения, другой вход которого подключен к выходу блока измерения уровня выходного сигнала, а выход блока сравнения является выходом "управление мощностью" передатчика.



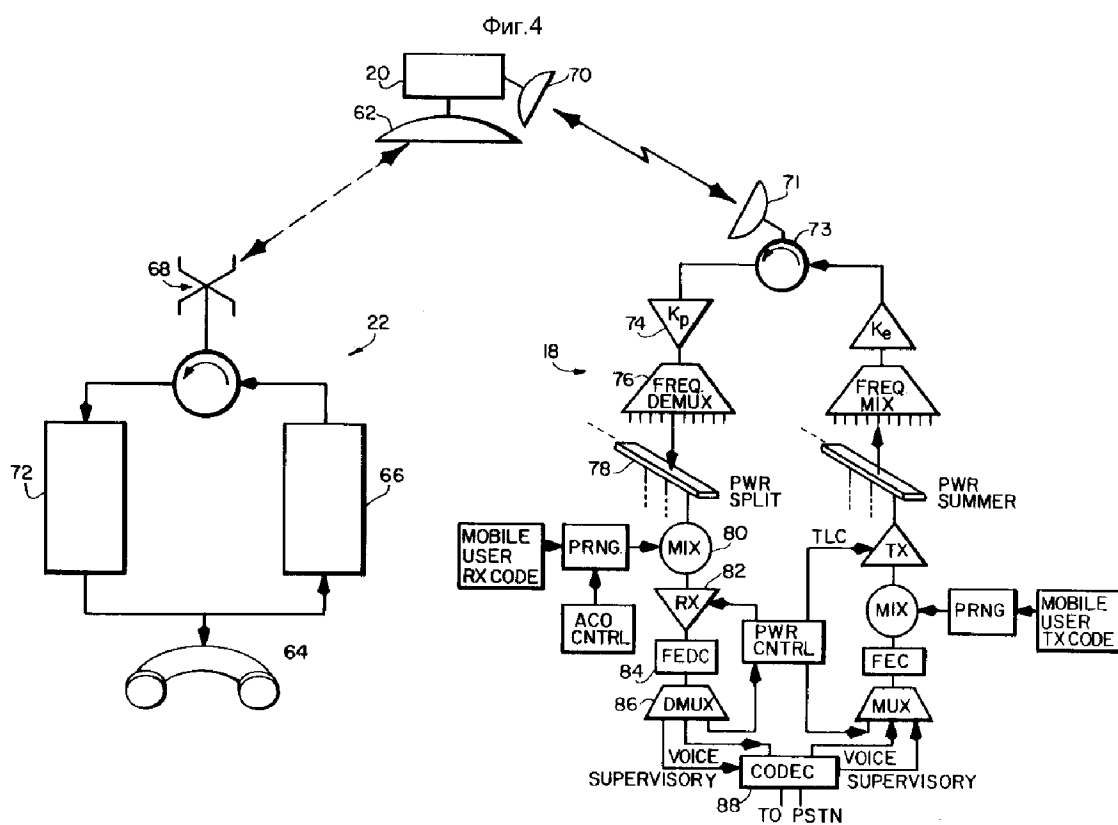
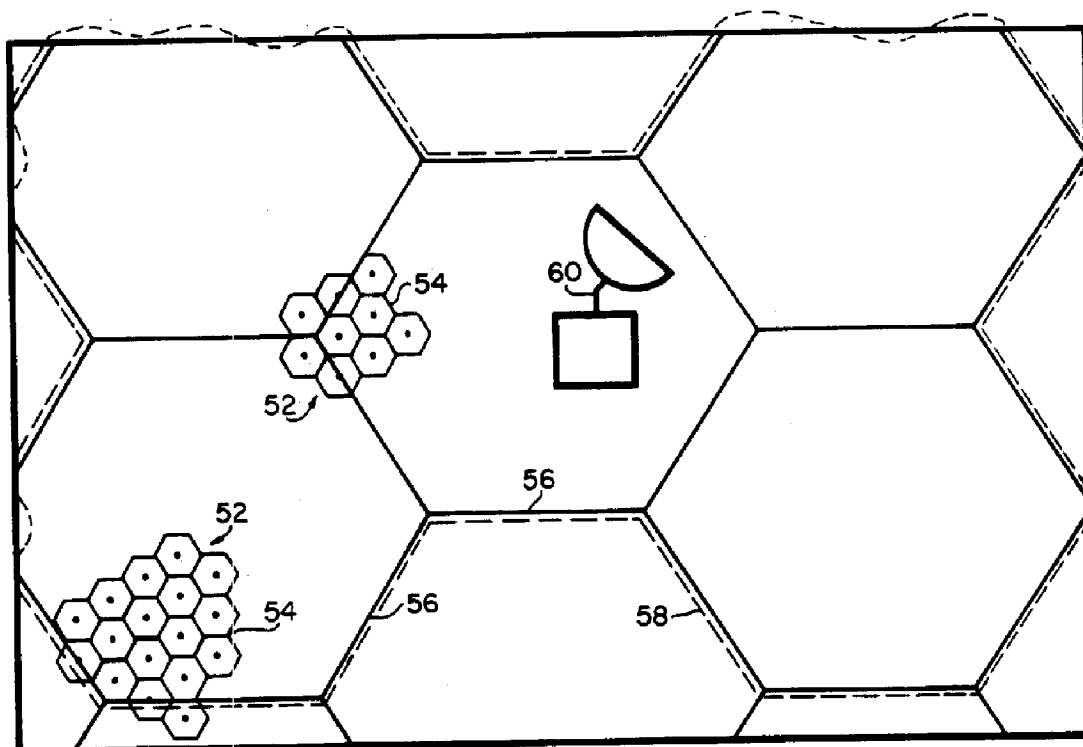
Фиг.2

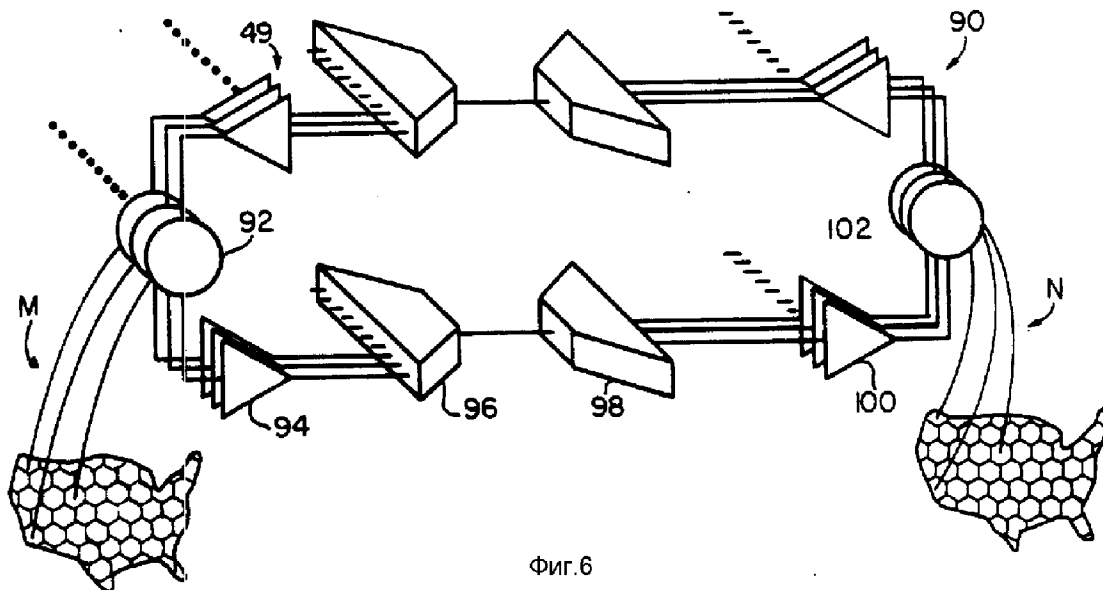


Фиг.3

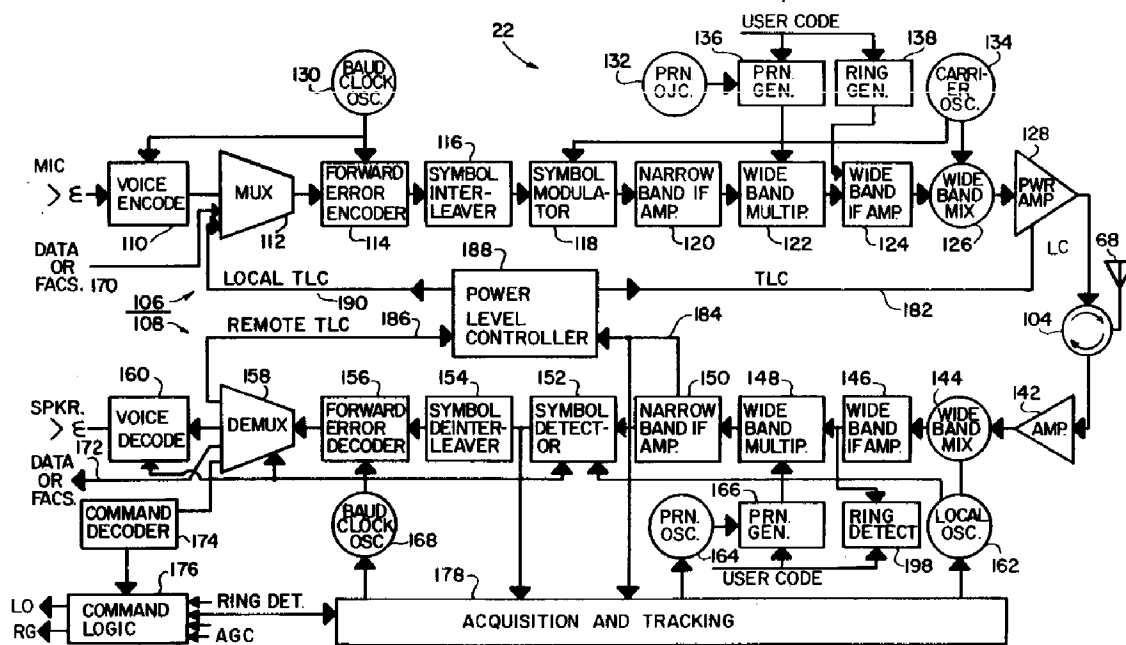
RU 2100904 C1

RU 2100904 C1





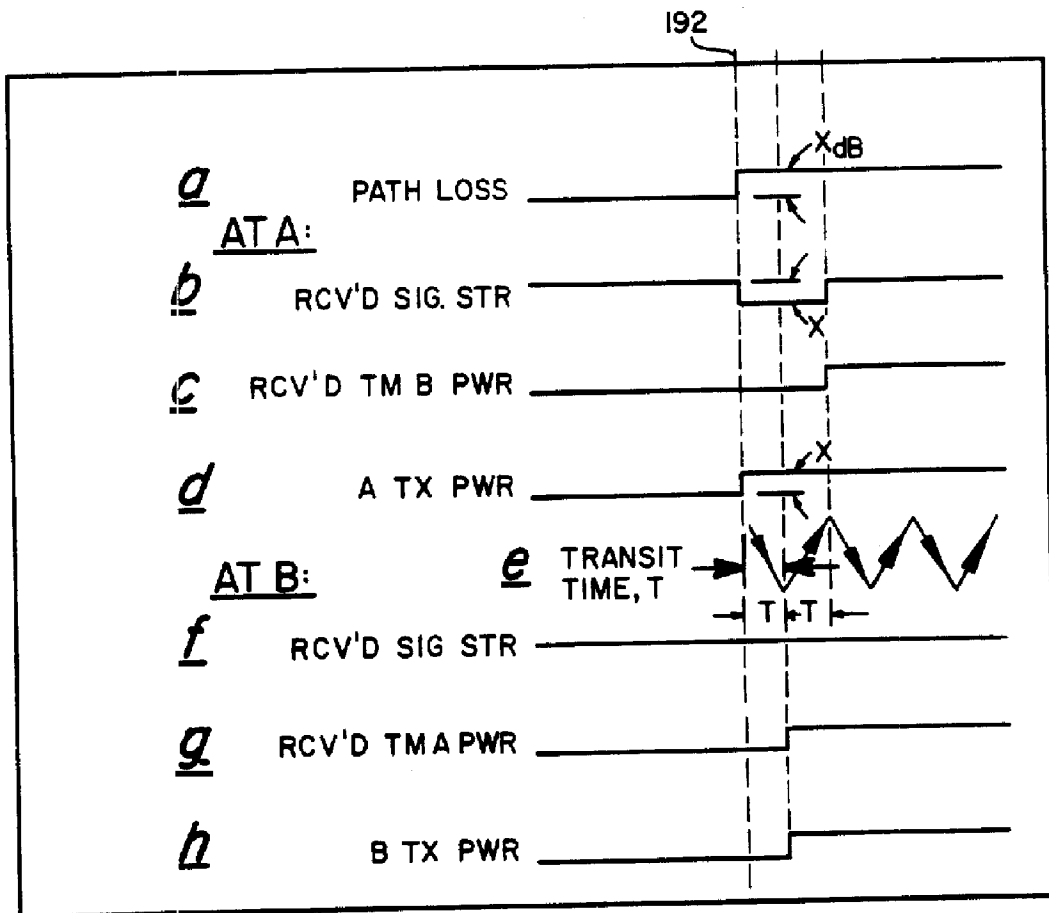
Фиг. 6



Фиг. 7

RU 2100904 C1

RU 2100904 C1



Фиг.8

RU 2100904 C1

RU 2100904 C1